

УДК 621.762

В. Сушинський, Г. Крамар, Л. Бодрова

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**РЕНТГЕНОСТРУКТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ
TiC-NbC- WC ІЗ ЗВ'ЯЗКОЮ НАНО-Ni -Cr**

Для заміни вольфрамокобальтових твердих сплавів на операціях чистової та напівчистової обробки різанням і при обробці тиском використовують сплави на основі карбіду титану. Однак, проблемним питанням у використанні сплавів на основі карбіду титану є недостатньо високі механічні властивості. Підвищити ці властивості можна шляхом оптимізації хімічного складу сплавів, зокрема, легуванням карбідної основи та використанням в якості металів зв'язки вихідних порошків нанорозмірів. Нанокристалічні матеріали здатні забезпечити поєднання високих механічних властивостей за рахунок зміни структури.

В якості легуючих компонентів карбідної основи перспективними з точки зору підвищення механічних властивостей є карбіди ніобію і вольфраму. Зокрема, карбід ніобію підвищує жаростійкість, твердість та тріщиностійкість сплаву і в кількості до 5% (мас.) подрібнює карбідні зерна. Карбід вольфраму в невеликих кількостях додають з метою підвищення в'язкості та міцності. Введення хрому до складу металічної зв'язки збільшує жаростійкість та опір повзучості. Значний інтерес викликає наближення складу зв'язки до складу жаростійких ніхромових сплавів. Особливі перспективи відкриваються при використанні нікелю нанорозмірів, як основи цементуючої зв'язки, оскільки малі розміри наночастинок призводять до фазових і структурних перетворень.

У даній роботі досліджували вплив технологічних параметрів і вмісту нікель-хромової зв'язки на фазовий та структурний склад твердих сплавів. Сплави для дослідження отримували методом порошкової металургії. Для їх виготовлення були використані порошки карбідів титану, ніобію і вольфраму марки "ХЧ" виробництва Донецького заводу хімреактивів. Використано NiCr зв'язку у співвідношенні компонентів 3:1 з дрібнодисперсного порошку нікелю, а також нанорозміру. Дрібнодисперсні метали зв'язки нікель і хром використовували із вмістом основного компоненту не менше 99,8% та нано-Ni виробництва "Nanostructured and Amorphous Materials, Inc" (Houston, USA) з розміром частинок 70 нм і вмістом основного компоненту 99,8%. Спікання проводили у вакуумі $1,33 \times 10^{-3}$ Па. при температурах 1300⁰С, 1350⁰С, 1400⁰С. Час витримки 20 хвилин. Рентгенівський фазовий аналіз здійснювали на дифрактометрі «Дрон 3» в СоК α випромінюванні. Мікрорентгеноспектральний аналіз проводили на електронному мікроскопі SELMI «РЕМ-106.И».

Дані рентгенівського фазового аналізу свідчать про те, що основними фазами розроблених сплавів є твердий розчин на основі TiC - (Ti, Nb, W)C та твердий розчин на основі нікелю. Для сплавів характерна кільцева структура карбідних зерен. Встановлено, що введення Ni нанометричних розмірів у зв'язку сприяє зменшенню розміру як зовнішнього, так і внутрішнього периферійних шарів. У сплавах, отриманих в умовах рідиннофазового спікання остаточний склад зв'язки залежить, в першу чергу, від взаємної розчинності фаз під час спікання. Межа розчинності карбіду вольфраму у нікелі складає 12% (мас.), стільки ж – карбіду хрому, карбіду титану – 5% (мас.), карбіду ніобію – 3% (мас.). У металічній зв'язці в значній виявлено вуглець, що в поєднанні з даними рентгенівського аналізу дає можливість говорити про утворення карбідів нікелю та хрому, тобто має місце дисперсійне зміцнення зв'язки. Очевидно, крім дифузії Nb, W, Ni, Cr в зерно TiC має місце зустрічна дифузія титану та металів легуючих карбідів у металічну зв'язку.